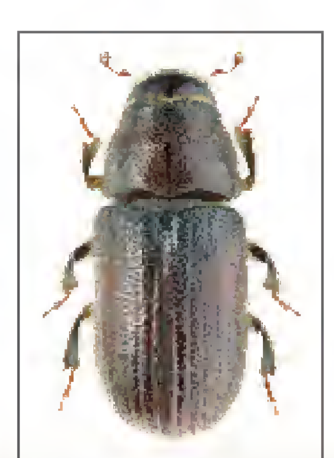
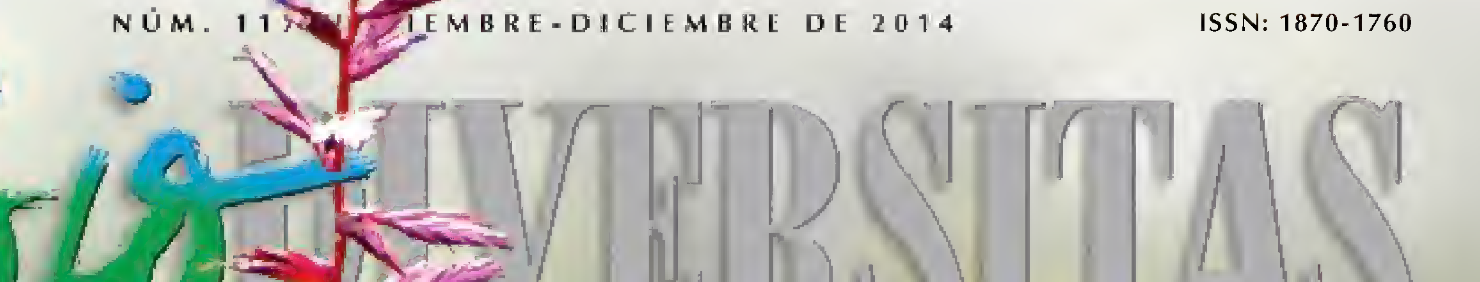






NÚM. 117 NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 2014 ISSN: 1870-1760



BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LLUVIA DE BROMELIAS

Los bosques mesófilos de montaña son especialmente valiosos debido a la alta concentración de especies que albergan y al papel que tienen en la regulación del ciclaje de agua y nutrientes en paisajes montañosos.[1] Desafortunadamente, se encuentran entre los bosques tropicales más raros (ocupan sólo ~2.5% del área total de los bosques tropicales) y amenazados por la deforestación y el cambio climático global.[1, 2]



LLUVIA DE BROMELIAS
en el bosque de niebla

TARIN TOLEDO ACEVES*

Debido a que se localizan en las montañas donde las nubes cubren la vegetación, suelen ser bosques no aptos para el aprovechamiento forestal maderable por la baja productividad, baja resiliencia, baja calidad de la madera y difícil acceso.[3] En cuanto al aprovechamiento de recursos forestales no maderables (RFNM), la alta diversidad de especies que los caracteriza implica que la mayoría de ellas se encuentra en densidades bajas, lo que dificulta su aprovechamiento. Una excepción son las epífitas, componentes característicos de estos bosques que pueden representar hasta 50% de las especies de plantas presentes y son muy abundantes.[3] Las epífitas son plantas que crecen sobre otras plantas, frecuentemente árboles, los cuales son denominados hospederos o forofitos. Los grupos de epífitas más comunes incluyen a la mayoría de las bromelias, orquídeas, helechos, musgos y hepáticas.

A nivel del ecosistema, las epífitas tienen un papel significativo en el ciclaje de nutrientes y de agua.[4] Al caer se descomponen en el suelo del bosque, contribuyendo a la materia orgánica. Algunas bromelias epífitas pueden formar tanques donde almacenan agua, los cuales son utilizados por un sinfín de organismos; en ellos viven larvas de mosquitos, ranas y lagartijas.

Las bromelias epífitas pueden reconocerse por sus hojas acomodadas como roseta y sus espigas coloridas. Algunas especies son muy atractivas, motivo por el cual existe una extracción intensiva de bromelias de los bosques con fines ornamentales y ceremoniales. En la región de los Altos de Chiapas el uso de bromelias epífitas con fines religiosos es una práctica antigua entre los pueblos indígenas. En el centro de Veracruz también existe una gran demanda de bromelias epífitas para la elaboración de arcos florales construidos para honrar a santos y a la virgen María en festividades católicas. La construcción de arcos

florales es una práctica cada vez más popular, con el consecuente aumento en la demanda de especímenes. Para un solo arco en la ciudad de Coatepec se reporta el uso de hasta 1 623 inflorescencias de *Tillandsia multicaulis*,[5] y cada año se construyen más de 80 arcos en la región del centro de Veracruz. Algunas especies como *T. imperialis* se han vuelto tan escasas y raras que en la actualidad los colectores tienen que viajar grandes distancias para encontrarlas.[6] La extracción sin control aunada a la pérdida de bosque ponen en riesgo el mantenimiento de las poblaciones remanentes.

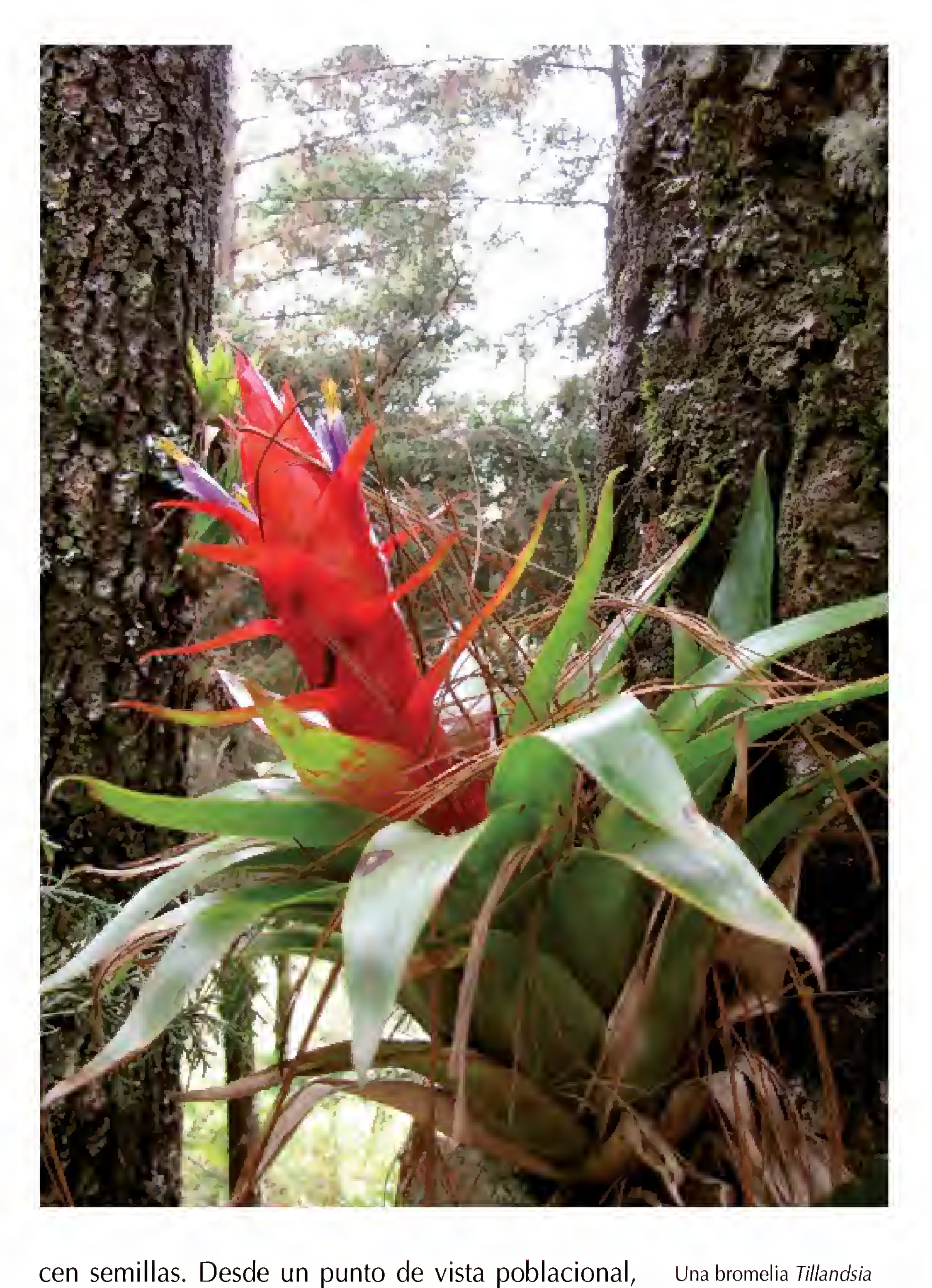
Con la finalidad de desarrollar estrategias para el manejo del bosque mesófilo de montaña compatibles con su conservación, en un proyecto financiado por la CONABIO se impulsa el aprovechamiento de bromelias epífitas en colaboración con comunidades locales en la subcuenca del río Pixquiac, en el centro de Veracruz. La propuesta consiste en generar incentivos para que los dueños conserven el bosque y, al mismo tiempo, se contribuya al mantenimiento de las tradiciones locales.

Para determinar la tasa de aprovechamiento, el análisis de la dinámica poblacional es una herramienta clave que permite valorar si la población está en equilibrio, en crecimiento o declinación. Estos estudios son muy útiles en el diseño de estrategias para el manejo de RFNM, pero son complejos y requieren una importante inversión de tiempo. Cientos de plantas deben ser identificadas, marcadas y monitoreadas en la copa de los árboles durante dos años mínimo para obtener una figura que represente el estatus de la población. En las tres especies evaluadas: *T. multicaulis*, *T. punctulata* y *T. butzii*, la tasa de crecimiento poblacional (λ) fue menor a la unidad (<1), lo que sugiere que las poblaciones están declinando. Estos resultados coinciden con otros estudios recientes en bosques de montaña en México, en donde 8 de 9 poblaciones de bromelias epífitas estudiadas presentaron tasas de crecimiento poblacional menores a la unidad ($\lambda < 1$).[7, 8, 9] Ya sea debido al cambio climático, la fragmentación o la perturbación del bosque, estos resultados indican que la cosecha de bromelias epífitas del dosel no es recomendable en la condición actual.

¿El aprovechamiento es una alternativa viable?

La principal causa de mortalidad natural de las epífitas es su caída de los árboles, ya sea por desprendimiento de las raíces, de la corteza del tronco o por rompimiento de ramas. Las plantas que se caen al suelo no contribuyen al reclutamiento de nuevos individuos, ya que no sobreviven en el suelo más que un par de meses y se ha observado que no producen semillas. Desde un punto de vista poblacional, las plantas caídas se consideran muertas. Al registrar el número de plantas que se caen de los árboles encontramos que aproximadamente 60% está en buena condición para comercializarse. Incluso en un fragmento de una hectárea de bosque puede haber un elevado y constante flujo o "lluvia" de bromelias que se caen de forma natural de los árboles. Estimamos que entre 26 910 y 92 712 rosetas de bromelias pueden caerse en una hectárea a lo largo de un año; de éstas, entre 16 770 y 55 992 rosetas por hectárea al año se encuentran en buena condición para ser comercializadas. Estas cifras incluyen a todas las especies y todos los tamaños, no sólo plantas adultas con inflorescencia.

Los resultados indican que existe un alto potencial para el aprovechamiento de epífitas incluso en fragmentos remanentes de bosque mésofilo de montaña tan pequeños como de una hectárea. La evaluación de los costos y ganancias del aprovechamiento de epífitas caídas muestran que puede haber ganancias



Una bromelia *Tillandsia multicaudis*.
Foto: © Tarin Toledo

Portada y página opuesta: Bromelias en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.
Fotos: © Fulvio Eccardi

Los recursos forestales no maderables son aquellos productos no industriales que son extraídos de árboles, arbustos y otras plantas del bosque. Éstos incluyen alimentos (semillas, frutos, rizomas, hongos, hojas, pencas, tallos, miel), aditivos de alimentos (especias, hierbas, endulzantes, saborizantes), fibras (muebles, vestido, construcción), fragancias y perfumes, ornamentos, resinas, aceites y productos vegetales con uso medicinal.

La familia Bromeliaceae es exclusiva del continente americano, con excepción de una especie del género Pitcarnia *que se encuentra en África. La familia Bromeliaceae ocupa el segundo lugar en epífitas vasculares, en abundancia y representatividad en la América tropical. En el mundo se han descrito aproximadamente 3000 especies; en México hay más de 300 especies de bromelias. En los bosques mesófilos de montaña o bosques de niebla las bromelias epífitas son particularmente diversas. También son abundantes en bosques de encino y en las selvas húmedas. A la mayoría no le gusta estar expuesta a los rayos directos del sol, pero cuando el bosque mesófilo de montaña es reemplazado por cafetales, algunas especies de epífitas pueden mantenerse en los árboles de sombra; en el caso particular de las bromelias algunas especies pueden incluso proliferar en estos agroecosistemas.*[13]

A diferencia de las plantas parásitas las epífitas no generan haustorio (raíz modificada de una planta parásita que penetra en el tejido del anfitrión). Las epífitas han desarrollado diferentes adaptaciones para sobrevivir en el hábitat epífito. El agua y los nutrientes que necesitan para vivir –como las bromelias, por ejemplo– los obtienen de la atmósfera absorbiéndolos a través de sus hojas.

Tipos de bromelias epífitas.
Las bromelias epífitas se pueden clasificar en dos tipos:
- *Tanque. Tienen forma de roseta. Sus hojas son grandes, sin escamas, forman un tanque donde se acumulan agua, hojarasca y suelo aéreo. En general requieren condiciones de mucha humedad y sombreados.*
- *Atmosféricas. Tienen hojas delgadas, con muchas escamas que a veces se pueden ver como un polvo blanquecino que las recubre (las escamas les sirven para absorber agua y nutrientes). En general necesitan condiciones de más iluminación y crecen bien con poca humedad.*

Existen muchas especies que son formas intermedias entre estos dos grupos, por lo que los cuidados deberán considerar las recomendaciones para ambos grupos y adecuarlas observando la respuesta de las plantas.

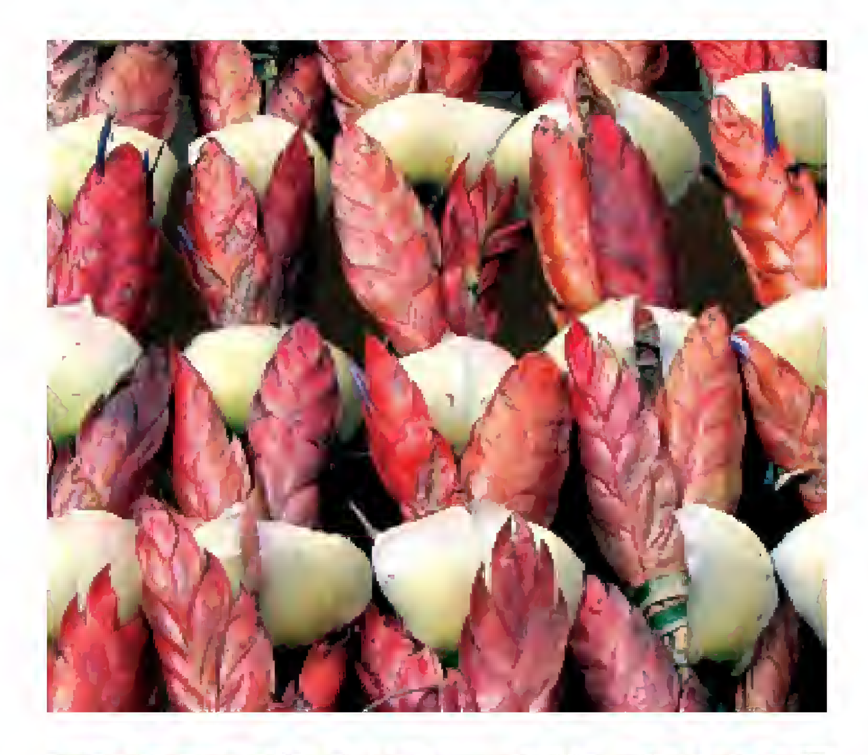
Manejo de epífitas en cafetales de sombra.
Las epífitas son un grupo diverso y con una importante función ecológica en los cafetales de sombra. En Latinoamérica se remueven las epífitas de los árboles de sombra de los cafetales, práctica común en Veracruz conocida localmente como destenche. Los cafeticultores remueven las epífitas con la finalidad de incrementar el rendimiento en el cafetal de sombra[14] *y dado que las consideran generalmente como "parásitas" también son eliminadas para evitar el daño que puedan ocasionar a los árboles de sombra. Las epífitas derribadas no son utilizadas y se dejan en el suelo del cafetal. Se tiene evidencia que la remoción de epífitas de los árboles de sombra incrementa la producción de flores y frutos en los cafetos, y que las plantas obtenidas por destenche y de aquellas que caen naturalmente al suelo pueden ser potencialmente aprovechadas y así contribuir a diversificar el manejo de los cafetales y aumentar los ingresos de los productores.*[15] *Es importante establecer un sistema de aprovechamiento apropiado dependiendo de las condiciones del cafetal, ya que la eliminación de epífitas en los cafetales resulta en la simplificación del sistema, lo cual tiene efectos adversos en otros grupos como aves e insectos.*[15, 10]

significativas.[10] Sin embargo, existen barreras que dificultan el manejo sustentable de epífitas en México, entre las principales están las siguientes: 1) el desarrollo de prácticas de manejo apropiadas requiere reglas claras de acceso a los recursos del bosque establecidas por las comunidades locales. Se trata de procesos complejos que requieren del fortalecimiento de las instituciones locales;[11] 2) la comercialización es un cuello de botella para el éxito del manejo de RFNM,[12] lo cual se suma a la falta de apoyos para el manejo de recursos forestales del bosque mesófilo de montaña, y 3) los permisos para la cosecha de RFNM necesitan estudios técnicos detallados que son prácticamente inalcanzables para las comunidades rurales. Si bien el registro de datos a partir de las plantas caídas simplifica enormemente los muestreos necesarios para elaborar una solicitud de aprovechamiento, la burocracia es un desincentivo fuerte para cumplir con la legislación.

El aprovechamiento de recursos del bosque, tanto maderables como no maderables, con base en planes de manejo, es una alternativa para el empleo diversificado del sistema que podría contribuir a la conservación del bosque y de las tradiciones. El bosque mesófilo de montaña exige el manejo y la restauración integral del ecosistema. El reto es grande; sin embargo, es probable que fallen los intentos para aprovechar un solo recurso. Se requiere de esfuerzos que contribuyan a la recuperación del sistema como la colecta de semillas de árboles nativos para la restauración de áreas degradadas y frágiles, el cercado de áreas para impedir la entrada de ganado (que tiene impactos negativos sobre la regeneración arbórea), la capacitación y cooperación con los dueños de los bosques, entre otros. La lista es larga y cada intervención necesita una inversión considerable. Si la meta es contribuir a la construcción de una relación de respeto duradera entre las comunidades y los bosques, aprender a lo largo del camino y presentar alternativas es la única opción.

Agradecimientos
A la CONABIO que financió el proyecto "Manejo de bromelias epífitas en bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz". Agradezco también al INECOL, A.C. por todas las facilidades brindadas para la colecta de datos y análisis; a J. García-Franco, L. Paré y SENDAS, A.C. por su apoyo para desarrollar el proyecto, a los dueños de las parcelas de bosque: R. Hernández, R. Acosta, C. Hoyos, R. García, T. Arias, J.M. Novelo y a los estudiantes y maestros de la telesecundaria Juan Amos Comenio de Rancho Viejo por su entusiasta participación en los inventarios.

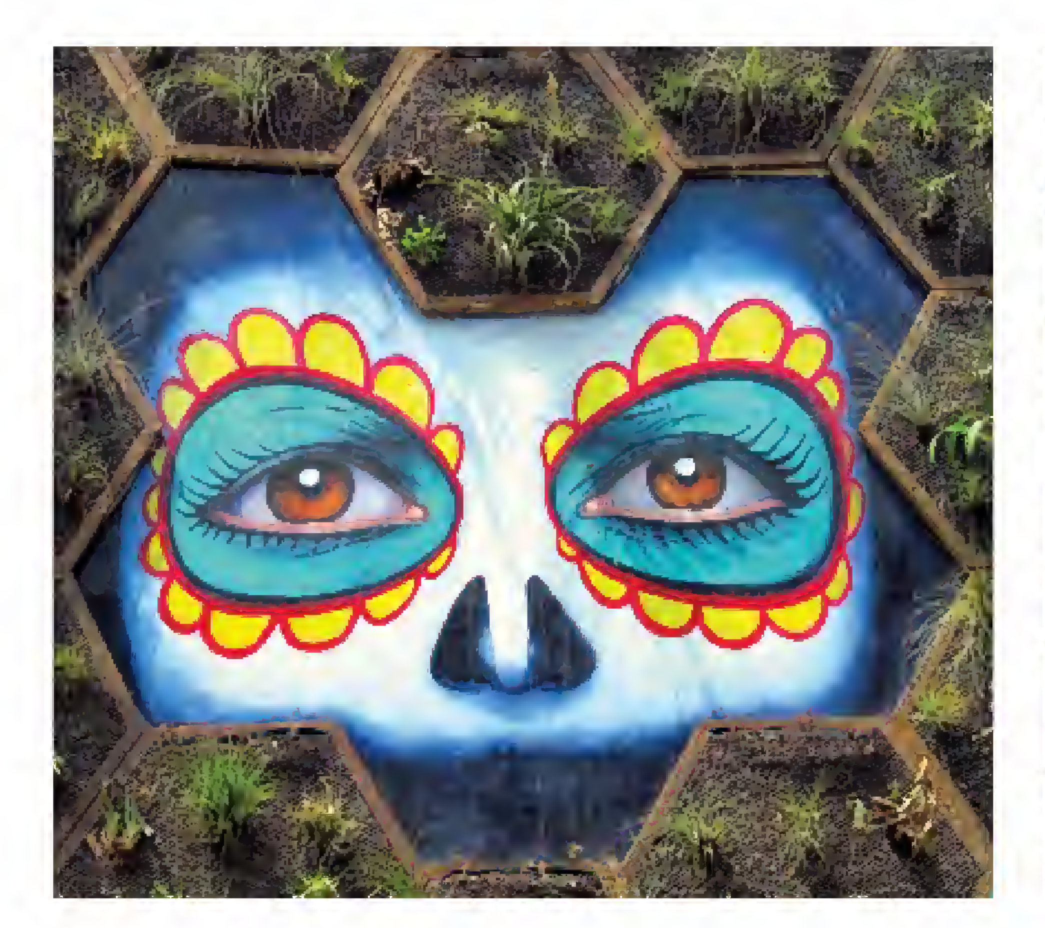
En el mundo se han descrito aproximadamente 3 000 especies de bromelias: en México hay más de 300.





Arco floral elaborado con inflorescencias de bromelias epífitas, centro de Veracruz.

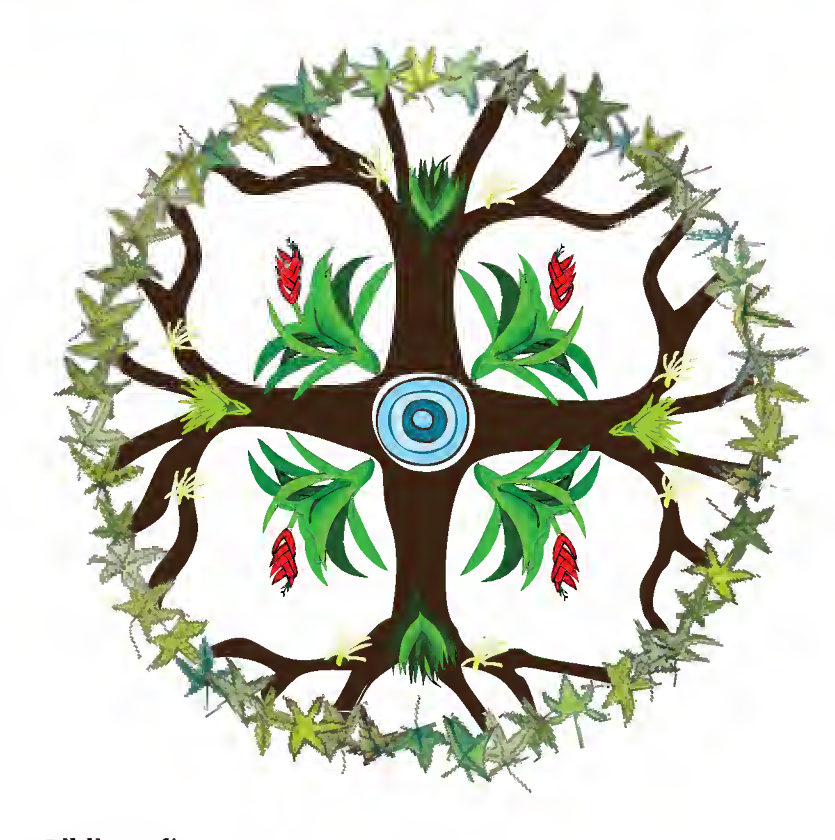
Foto: © Tarin Toledo





Muro verde con bromelias epífitas.

Foto: © Tarin Toledo



El logotipo representa el agua en el centro, de la cual emergen árboles de liquidámbar que dan soporte a los estadios del ciclo de vida de las bromelias epífitas. Cada hoja fue dibujada por un niño de la comunidad Rancho Viejo, en la cuenca del río Pixquiac, Veracruz.

Diseño: © Consuelo Pellicer

Bibliografía

[1] Scatena, F.N., L.A. Bruijnzeel, P. Bubb, y S. DaS. 2011. "Setting the stag ", en L.A. Bruijnzeel, F.N. Scatena y L.S. (eds.), *Tropical Montane Cloud Forests Science for Conservation and Management*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 38-63.

[2] Foster, P. 2001. "The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests", *Earth-Science Reviews* 55: 73-106.

[3] Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. México, CONABIO/UNAM/Agrupación Sierra Madre.

[4] Nadkarni, N.M., y T.J. Matelson. 1992. "Biomass and nutrient dynamics of epiphyte litterfall in a Neotropical montane forest, Costa Rica", *Biotropica* 24: 24-30.

[5] Flores Palacios, A. y S. Valencia Díaz. 2007. "Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes", *Biological Conservation* 136: 372-387.

[6] Haeckel, I.B. 2008. "The 'Arco Floral': Ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasylirion* spp. in a Mexican religious adornment", *Economic Botany* 62: 90-95.

[7] Winkler, M., K. Hülber y P. Hietz. 2007. "Population dynamics of epiphytic bromeliads: Life strategies and the role of host branches", *Basic and Applied Ecology* 8: 183-196.

[8] Haeckel, I.B. 2009. Ethnobotany, Ecology, and Harvest Impacts of *Tillandsia imperialis* (Bromeliaceae) in Veracruz, Mexico. Tesis de maestría, University of Texas.

[9] Mondragón, Ch.D. y T. Ticktin. 2011. "Demographic effects of harvesting epiphytic bromeliads and an alternative approach to collection", *Conservation Biology* 25: 797-807.

[10] Toledo Aceves, T., K. Mehltreter, J. García-Franco, A. Hernández-Rojas, V. Sosa. 2013. "Benefits and costs of epiphyte management in shaded coffee plantations", *Agriculture Ecosystems and Environment* 181: 149-156.

[11] Ostrom, E. 1990. *Governing of the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge, Cambridge University Press.

[12] Marshall, E., K. Schreckenberg y A.C. Newton, 2006. *Commercialization of non-timber forest products: factors influencing success: lessons learned from Mexico and Bolivia and policy implications for decision-makers*. Cambridge, UNEP World Conservation Monitoring Centre.

[13] Toledo Aceves, T., J.G. García Franco, A. Hernández Rojas y K. MacMillan. 2012. "Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem", *Applied Vegetation Science* 15: 99-107.

[14] Cruz-Angón, A. y R. Greenberg. 2005. "Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment", *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159.

[15] Cruz Angón, A., M.L. Baena y R. Greenberg. 2009. "The contribution of epiphytes to the abundance and species richness of canopy insects in a Mexican coffee plantation", *Journal of Tropical Ecology* 25: 453-463.

* Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz.
tarin.toledo@inecol.mx

ESCARABAJOS DESCORTEZADORES

diversidad y saneamientos en bosques de Oaxaca

ELVIRA DURÁN Y ADRIÁN POLONI*



Galerías debajo de la corteza de un tronco de pino, donde se observan pupas y adultos de escarabajos descortezadores.

Fotos: © Adrián Poloni

Los bosques templados con pinos ocupan 10.4% de la superficie del país.[1] Estos bosques producen importantes cantidades de madera y proveen servicios ambientales tales como hábitat para especies, provisión de agua, retención de suelos, captura y almacenamiento de carbono, belleza escénica y regulación del microclima. En ellos se registran interacciones biológicas como las de pinos y escarabajos descortezadores. Esta relación inició en el hemisferio norte hace 190 millones de años, con la diversificación de las coníferas durante el Cretácico, pero la diversificación e interacción entre pinos y escarabajos mexicanos es más reciente, data del Pleistoceno y el Holoceno.[2]

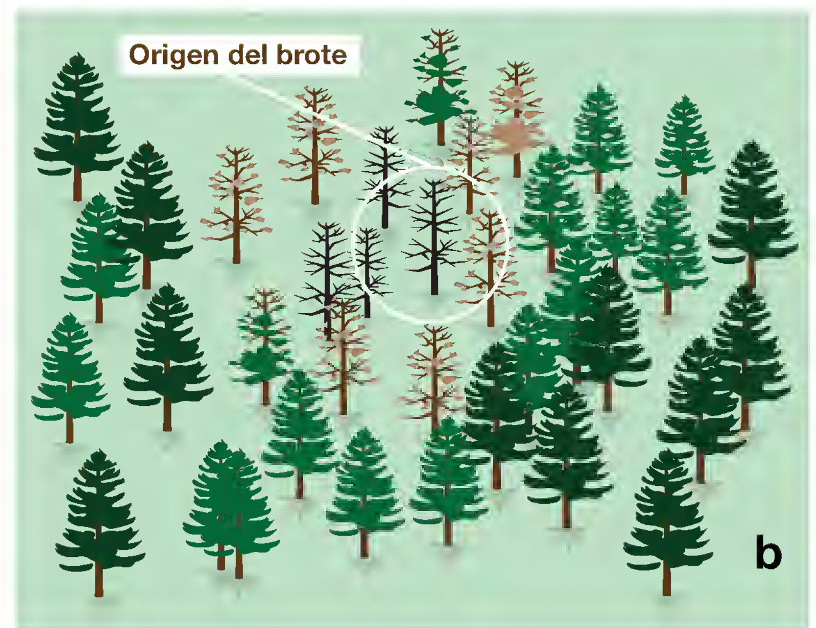
A nivel mundial, los bosques de México presentan mayor diversidad de especies de pinos (~43 especies) y de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (~12 especies: *Dendroctonus adjunctus, D. approximatus, D. brevicomis, D. frontalis, D. jeffreyi, D. mexicanus, D. parallelocollis, D. ponderosae, D. pseudotsugae, D. rhizophagus, D. valens* y *D. vitei*), que incluye gran parte de las especies que se comportan como plaga, y que han afectado grandes extensiones de bosques de pino en Norteamérica.[3, 4, 5] Por ejemplo, se reporta que entre 1997-2008, *D. ponderosae* afectó más de 13 millones de hectáreas de bosque en el oeste de Canadá.[7] El estado de Oaxaca es un centro de diversificación de pinos (24 especies) y se reportan 7 especies de escarabajos del género *Dendroctonus*. Esto determina que algunas zonas presenten un alto "índice de riesgo de brotes de escarabajos descortezadores",[5] lo que significa una amenaza potencial a sus bosques.

En bosques sanos, donde *Dendroctonus* es un componente natural del bosque,[4, 6] sólo suele atacar y matar árboles adultos dañados o enfermos, o individuos viejos; de esta manera se abre espacio en el dosel, se regenera el bosque y se mantiene saludable y productivo. Los árboles tienen defensas para repeler ataques, y los escarabajos son regulados por el clima (son muy sensibles a los cambios de temperatura y humedad), por sus depredadores y otros controles biológicos.[4, 7, 8] Las poblaciones de descortezadores suelen fluctuar, pero al comportarse como plaga atacan masivamente a árboles sanos de todas las edades; este ataque ocasiona daños mecánicos o fisiológicos a los árboles, que causan deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso, la muerte. Las recurrentes disrupciones climáticas están induciendo estrés fisiológico en los árboles (limitando su capacidad de defensa), al tiempo que favorecen los brotes de algunas especies de descortezadores.[6,8,9] El impacto de estos pequeños insectos (~5 mm) con ciclos de vida corto (2 a 5 años) puede escalar y causar mortalidad en extensas áreas[7 y 8] y transformarlas en bosques "fantasmas",[10] cuya recuperación puede durar décadas o más de cien años.[7]

Más chiquito que un ratón, amenaza al bosque como un ciclón

Las plagas por descortezador afectan decenas de millones de hectáreas de bosques en Norteamérica, la mala noticia es que su incidencia podría aumentar,[5-8] ocasionando más deforestación, degradación, fragmentación, incendios, derrumbes e inundaciones y otros impactos ambientales.[9] No es posible ni deseable eliminar a los descortezadores de los bosques,[4, 7] pero es necesario controlar su potencial de contagio. Actualmente, se cuenta con abundante información biológica, ecológica y de manejo de *Dendroctonus*,[12] a la par que hay avances tecnológicos para analizar grandes bases de datos, modelar y monitorear a las plagas.[6-9] Sin embargo, la vía más "exitosa" para su control continúa siendo la remoción mecánica de árboles infestados —árboles vivos pero invadidos por





a. Foto de un brote de plaga por escarabajo descortezador en la región Sierra Norte de Oaxaca, rodeado de bosque de pino-encino sano.

b. Esquema de expansión de la invasión de descortezador a partir de un pequeño grupo de árboles afectados ya muertos.

poblaciones de insectos bien establecidas debajo de su corteza, que presentan todas las etapas de desarrollo (huevo, larva, pupa y adultos), y de ellos salen escarabajos adultos en busca de nuevos hospederos–, tal como se reportaba 70 años atrás.[10] En ese entonces, como ahora, había esperanza de que surgieran maneras más fáciles y efectivas de control, pero esto no ha sucedido. Cuando un brote de plaga de descortezadores ha escalado al nivel de paisaje, hay pocas acciones factibles para detenerlo.[7, 9]

Entonces, ¿qué hacer? En cuanto sea posible, se debe implementar un manejo forestal que prevenga los brotes, controle las poblaciones de escarabajos removiendo parches plagados y tome medidas inmediatas para restaurar los bosques afectados. No se ha cuantificado suficientemente el costo de las afectaciones por descortezador, pero su impacto es evidente y suficiente para justificar las inversiones sustanciales para su control y acción/mitigación.[6, 9]

Los brotes de plagas de descortezadores en los bosques mexicanos se han incrementado.[11] En 2013, el 12% de los bosques con pinos presentó brotes y la superficie perturbada superó a la de los incendios forestales. Las plagas de descortezadores afectan 25% de los bosques de Durango y 18% de los bosques de Chihuahua, los estados con mayor superficie forestal y producción maderable.[12] Oaxaca está entre los llamados "focos rojos" debido a la ocurrencia de brotes de descortezador en los bosques de todas sus regiones.[14]

¿Quién controla la plaga del descortezador?

El marco legal establece quiénes, cuándo y de qué manera deben vigilar, sanear y restaurar los bosques afectados por escarabajos descortezadores.[12] En tierras forestales de propiedad social, que incluye a comunidades y ejidos, la Ley Agraria de 1992 (cap. I, art. 9) y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de 2013 (art. 2), además de reconocer derechos de propiedad y de uso y disfrute de los recursos del bosque a los propietarios,[15] les obliga a hacer la vigilancia, el control y la restauración de los bosques perturbados. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tienen responsabilidades y procedi-

mientos a seguir para implementar acciones de saneamiento. La NOM-019-SEMARNAT-2006 señala los lineamientos técnicos para el control de insectos descortezadores. Con esta base, se están realizando acciones para promover e implementar el saneamiento en los bosques de México afectados por descortezador. Estas experiencias se mencionan brevemente en los medios impresos, pero son poco conocidas fuera del sector forestal y no se han documentado de manera sistemática. A continuación se describe el caso de los saneamientos por descortezador en Oaxaca, y se analizan sus bondades y retos.

Control del descortezador en Oaxaca

Oaxaca está entre los diez estados con mayor superficie forestal, y es el que alberga mayor biodiversidad en México.[13] La superficie de bosques plagados por descortezador también ha aumentado en la última década.[14] El 85% de los bosques oaxaqueños está en tierras de propiedad social,[15] por ello el saneamiento forestal debe considerar la dimensión humana asociada; esta última se refiere a los arreglos sociales-institucionales relacionados con el manejo de los bosques, incluyendo aspectos socioculturales de la gente que vive, depende o se involucra activamente en los saneamientos forestales, y de otros actores que median en la implementación de políticas públicas y de manejo. La mancuerna del recurso forestal y los sólidos esquemas de gobernanza local han permitido generar experiencias emblemáticas de manejo, aprovechamiento comercial de madera y conservación en los bosques comunitarios.[16] La gobernanza local trata de los mecanismos, procesos, relaciones e instituciones, como las asambleas, donde los comuneros o ejidatarios discuten sus intereses, y se ponen de acuerdo para tomar y ejecutar decisiones sobre asuntos de interés colectivo, entre ellos, el manejo para el saneamiento forestal. Esta fortaleza social y cultural en torno al bosque es clave para enfrentar la creciente incidencia de plagas de descortezador.

El control de plagas forestales no es un fenómeno nuevo en el estado, pero lo que sí ha cambiado es que en la última década se está intentando el control bajo esquemas de gobernanza de múltiple escala.

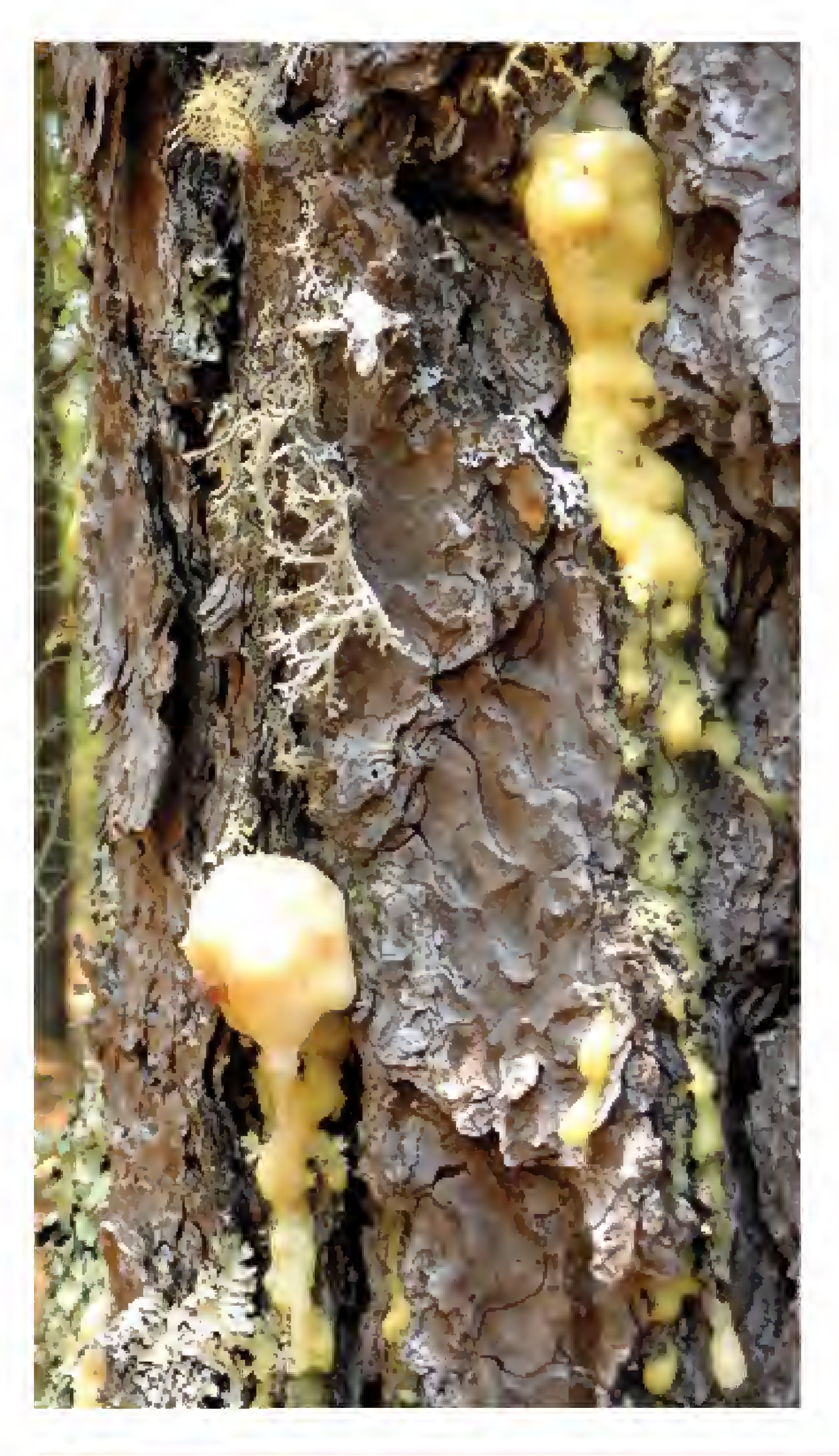
Este tipo de gobernanza implica la confluencia de los distintos actores interesados en un recurso o problemática en el momento de la toma de decisiones. Los actores interesados (personal del gobierno o de organizaciones no gubernamentales, empresas madereras, académicos o conservacionistas) provienen de distintos ámbitos de interés y tienen metas y visiones de una problemática que va más allá de lo local, pero participan directa o indirectamente en este nivel. Así, a los esfuerzos de numerosas comunidades y ejidos forestales (CFs) para mantener sus bosques saludables, se suman las dependencias de gobierno, que tratan de orientarlos, además de incentivar, capacitar y fortalecer (Tabla 1). Un papel central también lo tienen los prestadores de servicios técnicos forestales, quienes directamente asesoran, entrenan y supervisan el trabajo de las

Tabla 1

	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Mapeo aéreo más reportes de propietarios	Constituye información de referencia.	CONAFOR
2	Análisis del diagnóstico y planeación de estrategias	Es el primer espacio de discusión y planean formalmente las estrategias de saneamiento forestal en el estado.	Comité Estatal de Sanidad Forestal
3	Comunicación colectiva a nivel regional	Se hacen alertas colectivas, en las reuniones de las diferentes Uniones de Manejo Forestal Regional que existen en el estado.	CONAFOR
4	Comunicación con comunidades y ejidos	Se hace contacto individual con las comunidades y ejidos a quienes se les explica la problemática y orienta cómo proceder.	CONAFOR
5	Discusión en asambleas	La gente de cada comunidad discute internamente el problema y decide qué hacer.	Comunidades y ejidos
6	Gestión de autorizaciones de saneamiento y apoyos	Personal de las dependencias orienta a los comisariados o a representantes de la comunidad y ayuda en la gestión de apoyos (técnicos, incluida capacitación, y económicos).	CONAFOR, SEMARNAT prestadores de servicios técnicos forestales (PSTF) y comisariados
7	Conformación de brigadas de saneamiento	Regularmente las comunidades comisionan a un grupo de personas para planear, organizar y ejecutar las actividades en el bosque	Comunidades y ejidos
8	Capacitación y organización[a]	La gente comisionada recibe capacitación técnica conforme la NOM-019-SEMARNAT-2006.	PSTF, comisariados e integrantes de las brigadas
9	Ejecución de las actividades	Dependiendo de la extensión, características y ubicación del brote de plaga a controlar, la brigada organiza y realiza las tareas. Por ejemplo, cuando el sitio plagado es cercano al pueblo y hay madera o leña aprovechable, ésta se separa, de lo contrario no.	Brigadas, comisariado y otros miembros de la comunidad[b]
10	Análisis de la estrategia	Al final del saneamiento se valora si la meta de eliminar árboles contagiosos se cumplió, y si hay tareas pendientes de qué magnitud son.	PSTF, comisariados e integrantes de las brigadas
11	Reporte a la autoridad	En caso de haber recibido algún apoyo se debe hacer un informe a la dependencia que lo otorgó. Normalmente, éste es elaborado por el PSTF.	PSTF y comisariados

[a] Gran parte de la capacitación se hace *in situ*; [b] cuando el área es extensa y hay demasiado arbolado a remover se pide la intervención de otros miembros de la comunidad, quienes colectivamente agilizan la realización de las actividades. Esta participación colectiva normalmente se hace como tequio (término tradicional que se refiere al trabajo "voluntario" no remunerado que debe realizar cualquier habitante en bien de su comunidad).

Tabla 1. Proceso de gestión, planeación, organización y preparación para la ejecución de actividades de control de brotes de descortezador, a cargo de una comunidad o ejido forestal, pero con autorización, apoyo y supervisión de CONAFOR y SEMARNAT.



Grumos amarillos-rojizos "típicos" de un árbol que trata de impedir el ataque por *Dendroctonus* sp. Más de 10 grumos en un tronco, y el color amarillo-rojizo de sus hojas indican que el árbol perdió la batalla, es un individuo "infeccioso" que empieza a morir.

brigadas comunitarias de saneamiento; aunque no todas las CFs cuentan con este apoyo. Igualmente participan las Unidades de Manejo Forestal Regional, sobre todo como espacios de información y discusión de la problemática. Desde 2005, la CONAFOR realiza el mapeo aéreo fitosanitario;[14] esta información se integra con los reportes de propietarios y así se tiene un diagnóstico estatal cada año. Con éste, el Comité Estatal de Sanidad Forestal planea las estrategias para promover y ejecutar el saneamiento de bosques afectados. Este Comité se estableció en 2006 y se integra por dependencias federales y estatales y académicos, aunque regularmente da espacio a la participación de comunidades y ejidos o sus organizaciones. Por mandato legal, los propietarios se deben encargar del saneamiento, y las dependencias deben ayudarlos en la gestión de permisos, apoyos económicos y asesoría técnica; el contexto socioeconómico de Oaxaca hace que gran parte de las CFs no tengan los medios para dicho cometido. Se trata de acciones de manejo forestal complejas, laboriosas, costosas y peligrosas (Tabla 2), pero también burocráticas, porque que se debe seguir un proceso para obtener los permisos, los apoyos económicos y la asesoría y, posteriormente, reportar oficialmente las actividades realizadas (Tabla 1). Las asambleas de CFs discuten intensamente la problemática del saneamiento, porque tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas para la gente local. Si valoran que pueden involucrarse, nombran a una brigada de saneamiento,

Tabla 2. Actividades en campo, durante la ejecución de un saneamiento forestal.

Tabla 2

	Actividad en campo	Descripción
1	Delimitar el área a sanear	Al iniciar los trabajos se debe delimitar el área, y nunca se debe mover material fuera de ella, para evitar contaminar áreas adyacentes.
2	Marcar los árboles a derribar[a]	Sólo aquellos árboles vivos que son focos de contagio (tienen parte del follaje amarillo a rojizo y en su tronco tienen 10 o más grumos con resina amarilla o anaranjada).
3	Cortar cada uno de los árboles	Se corta cada árbol, procurando derribarlo al centro del área a sanear. Dependiendo del tamaño y la altura, la tarea es realizada por personal con experiencia, y puede durar varias horas.
4	Desramar y seccionar cada árbol	Separar ramas mayores, troncos y follaje (las ramas grandes pueden tener gran cantidad de escarabajos debajo de la corteza).
5	Remover la corteza del tronco y ramas grandes	Esta maniobra expone las galerías donde están los huevos, larvas, pupas y pre-adultos. Sobre todo a estos últimos se les debe matar para evitar que emerjan y se dispersen hacia árboles vecinos.
6	Rociar químicos[b]	Se recomienda si la brigada de saneamiento dispone del producto. Se debe usar con equipo de protección y la brigada debe coordinarse muy bien, para evitar riesgos. Comúnmente, las comunidades carecen de dinero para comprar los plaguicidas, es difícil llevarlos al sitio y tampoco cuentan con equipo de protección.
7	Juntar la corteza y material con larvas, pupas y adultos	Se recomienda hacer una guardarraya alrededor del sitio, se debe juntar el material (corteza, ramas y puntas infestadas) y quemar en pilas pequeñas inmediatamente. Así se evita que los escarabajos emerjan y vuelen en busca de nuevos huéspedes. La brigada debe estar equipada para controlar la propagación del fuego.
8	Quemar la corteza	
9	Enterrar o quemar todo (madera, ramas y corteza)	Si no es posible tratar con químicos, lo mejor es enterrar todo el material y así impedir que el escarabajo vuele a buscar nuevos huéspedes.
10	Separar la madera o leña aprovechable	Si el paraje está cerca de caminos y de la comunidad, la gente separa troncos sin corteza y los acomoda en espera de que se sequen y puedan aprovecharlos como leña o como postes. No se deben remover del sitio hasta pasadas varias semanas.
11	Monitorear	Revisión y remoción de nuevos árboles plagados y evaluación de la regeneración natural del área saneada.
12	Reforestar	Si la regeneración natural no es favorecida, tan pronto se pueda debe reforestarse el sitio intervenido.

[a] No se requiere derribar y hacer todo el proceso de control de escarabajos a los árboles que estuvieron plagados y ya están muertos, porque de ellos ya no habrá propagación de escarabajos; [b] el uso de químicos está indicado en la NOM-019, pero no siempre es posible aplicarse en los saneamientos que hacen las comunidades por su costo y porque requiere equipo de protección; de usarse sin cuidado suele ser riesgoso para la gente que lo aplica.

pero antes ésta debe capacitarse y asegurar los recursos materiales y económicos para ejecutar las tareas. Así, desde el momento en que se detecta una plaga hasta que se implementa el saneamiento pasan muchas cosas (Tabla 1), y en ocasiones trascurre mucho tiempo, considerando la relativamente rápida movilidad de los insectos. Más que los aspectos técnicos y económicos, los aspectos sociales pueden ser limitantes importantes para lograr el control oportuno de una plaga forestal, por ello, entender la dimensión social en torno al control de plagas es fundamental para la sanidad de los bosques.[6, 9]

A partir de la revisión de literatura e información oficial, y con base en el trabajo de campo, se reconocieron cinco esquemas de saneamiento para controlar plagas de descortezador en Oaxaca:

1. El que realizan las CFs con sus propios recursos materiales y humanos.
2. El que implementan las CFs con asesoría y apoyo provistos por CONAFOR.
3. El que realiza CONAFOR y/o una comisión designada por el Comité, con anuencia de la CF a intervenir, cuando ésta no cuenta con medios para el saneamiento. En este caso, los costos de saneamiento se cubren con fondos del gobierno o mediante convenios con empresas madereras que hacen el saneamiento a cambio de quedarse con la madera de los árboles de mayor tamaño que remueven.
4. El que hace CONAFOR en predios plagados, con apoyo de empresas, cuando por conflictos territoriales hay bosque plagado en áreas que disputan dos CFs, que no pueden intervenir sin riesgo de violencia, aunque un caso de lo opuesto se ha documentado recientemente.[17]
5. El saneamiento sin permiso de la SEMARNAT que realizan las CFs, partiendo de acuerdos internos en donde justifican legalmente la intervención como cortas para uso doméstico; así los árboles plagados son removidos por brigadas y la gente dispone de leña o madera para postes.

Los esquemas anteriores están ocurriendo en decenas de predios, que van de cientos a miles de hectáreas, donde sus dueños, en acciones aisladas, hacen "pequeñas" intervenciones. Sin embargo, vistas en conjunto, son intervenciones que presentan una sincronía temporal y que a manera de "labor de hormiga" pueden lograr un impacto a escala del paisaje o en la región. Esta forma de operar explica, en parte, que en Oaxaca aún se encuentren extensos paisajes forestales sólo con brotes relativamente pequeños de descortezador y no las grandes extensiones afectadas que se presentan en Norteamérica.[7]

El saneamiento forestal en Oaxaca, cuando se hace como una tarea colaborativa, opera con relativamente poco presupuesto (si se le compara con el asignado a incendios forestales). Sin embargo, el papel que tienen las comunidades y ejidos hasta ahora es escasamente valorado y prácticamente se desconoce el trabajo, la colaboración, los logros y las dificultades que implica. Por ello, debe haber esfuerzos para informar y sensibilizar a la sociedad, y para que el gobierno canalice presupuestos y personal acorde con la magnitud de la problemática. Los ciudadanos saben que el fuego daña al bosque y expresan preocupación; pueden sumarse como voluntarios y se da reconocimiento social a quienes controlan los incendios. En contraste, pocos saben que el follaje amarillo-rojizo en las laderas y montañas es una señal de plaga,[12] y pocos se inmutan ante la evidencia de parches de bosque que están muriendo. Lamentablemente, la desinformación no se limita a Oaxaca, y sin la comunicación pertinente y los apoyos suficientes queda una gran responsabilidad a las CFs y a los departamentos de sanidad de las dependencias, prestadores técnicos y otros actores. Por el gran beneficio que brindan los bosques saludables,[9] la socie-



Verificación de campo de un brote de escarabajo descortezador, por personal de CONAFOR y comuneros de El Ocotal, en Ejutla de Crespo, región Valles Centrales de Oaxaca.

Durante un saneamiento se remueve la corteza de ramas gruesas y troncos para exponer los nidos y crías del descortezador. En ocasiones, la madera ya seca puede ser aprovechada como leña o postes.



dad debería reconocer que la acción silenciosa de los actores locales y gente externa al medio rural que les apoya, es de verdaderos superhéroes (Fig. 2).

Gran parte de los bosques del mundo están habitados,[18] y suele verse a los pobladores como problema, pero ante los escenarios de afectación por plagas que se prevén con el cambio climático, la oportuna colaboración de la gente que vive en ellos, como ocurre en numerosas CFs de Oaxaca, podría tener un papel central en su mitigación.

Agradecimientos

Los apoyos para la investigación fueron otorgados por el proyecto UCMEXUS-CONACYT (CN-11-535) y SIP-20140771 del IPN. Adrián Poloni fue becario Fullbright-García Robles. Se agradece a la CONAFOR y al Comité Estatal de Sanidad Forestal por permitir acceso a información y para poder hacer trabajo de campo en numerosas comunidades de Oaxaca.

Bibliografía

[1] FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe Nacional México. FRA 2010/132, FAO, Roma.

[2] Zúñiga, *et al*. 1999. "Zonas de sobreposición en las áreas de distribución geográfica de las especies mexicanas de Dendroctonus Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas", *Acta Zoológica Mexicana* 77: 1-22.

[3] Farjon, A. 1996. Biodiversity *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: speciation and palaeo-endemism, *Botanical Journal of Linnean Society* 121:365-384.

[4] Cibrian et *al*. 1995. *Insectos forestales de México/Forest Insects of Mexico*. Chapingo, Universidad Autónoma de Chapingo/SARH/Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre/USDA Forest Service.

[5] Salinas-Moreno *et al*. 2010. "Determining the vulnerability of Mexican pine forests to bark beetles of the genus Dendroctonus Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)", *Forest Ecology and Management* 260: 52-61.

[6] Weed, A.S., M.P. Ayres y J.A. Hicke. 2013. "Consequences of climate change for biotic disturbances in North American Forests", *Ecological Monographs* 83: 441-470.

[7] Raffa, *et al*. 2008. "Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetle Eruptions", *Bioscience* 58(6): 501-517.

[8] Dukes *et al*. 2009. "Responses of insect pathogens, and invasive plant species to climate change in the forest of northeastern North America. What we can predict?", *Canadian Journal of Forest Resources* 39: 231-248.

[9] Boyd *et al*. 2013. "The Consequence of tree pests and diseases for ecosystem services", *Science* 342: 823 (1235773)

[10] Ringle. R. 1940. "Ghost forest", *Scientific American* 162: 348-349.

[11] SINIARN. 2013. *Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales* (http://web2.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx; consultado el 30 de abril de 2014.

[12] Cibrián et *al*. 2013. *Guía práctica. Control de infestaciones por insectos descortezadores de coníferas*. Chapingo, Universidad de Chapingo/SEMARNAT.

[13] Durán *et al*. 2012. "Wildlife Conservation on Community Conserved Lands: Experiences from Oaxaca, southern Mexico", en N. Dudley & S. Solton (eds.). *Protected Landscapes and Wild Biodiversity*, vol. 3, Protected Landscapes and Seascapes Series. Gland, IUCN.

[14] CONAFOR. 2014. *Resultados del Mapeo Aéreo Fitosanitario 2014*. Oaxaca, Gerencia Estatal Oaxaca, CONAFOR Región V/SEMARNAT.

[15] Bray, D. 2013. "When the State Supplies the Commons: Origins, Changes, and Design of Mexico's Common Property Regime", *Journal of Latin American Geography* 12: 33-55.

[16] Bray, D.B., E. Duran y O.A. Molina-González. 2012. "Beyond harvests in the commons: multi-scale governance and turbulence in indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico", *International Journal of the Commons* 6(2): 151-178.

[17] Martínez, R. 2014. Tregua en lío agrario para salvar al bosque. Descortezador une a Yotao y Capulálpam (http://www.noticiasnet.mx/portal/general/ambientales/ 101318-descortezado-une-yotao-y-capul%C3%A1lpam)

[18] Sunderlin, W.D., J. Hatcher y M. Liddle. 2008. *From exclusion to ownership? Challenges and opportunities in advancing forest tenure reform*. Washington, D.C., Rights & Resource Initiative.

* CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional
eduran3@hotmail.com
adrian_poloni@live.com



EL CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES

herramienta para la conservación de orquídeas amenazadas

DENISSE TÉLLEZ MAZZOCCO Y LORENA CASANOVA PÉREZ

Entre las familias botánicas con mayor número de especies se encuentra Orchidaceae, con alrededor de 25 mil especies conocidas a nivel mundial.[1] Es una de las familias de angiospermas más numerosas, está ampliamente distribuida en el mundo y se puede encontrar en todos los ecosistemas con excepción de las regiones polares.[2] Orchidaceae ocupa el tercer lugar a nivel de familia en México, superada sólo por Asteraceae y Fabaceae, con alrededor de 170 géneros, de las cuales 444 especies son endémicas,[3] es decir, no se encuentran en otro lugar del mundo. Los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz son los que tienen una mayor diversidad.[4]

En las orquídeas generalmente la flor tiene tres sépalos y tres pétalos, uno de los cuales, llamado labelo, es muy distinto a los demás y tiene la función atraer a los polinizadores, como abejas, mariposas y aves. Los órganos sexuales (pistilo y estambres) se encuentran unidos en una estructura denominada columna, mientras que las semillas se localizan en una cápsula. Las semillas son diminutas y encierran un embrión que al momento de germinar produce una masa de células llamada protocormo que, al estar expuesto a la luz, desarrolla hojas. Las semillas contienen pocas o ninguna reserva para llevar a cabo la germinación.[5]

Desde la antigüedad, en toda Europa, a las orquídeas se les atribuyeron cualidades afrodisiacas. Algunos historiadores mencionan que cuando los españoles conquistaron nuestro territorio, un gran número de ellas fue enviado a Europa para formar parte de colecciones de la corona y la nobleza. Posteriormente, países como Inglaterra y Holanda contribuyeron a descubrir y a difundir estas extraordinarias plantas en todo el mundo. Desde entonces, las orquídeas son admiradas y apreciadas no sólo por su belleza, sino también porque tienen gran importancia ornamental, medicinal y alimentaria.

En México, en algunas comunidades, los pobladores utilizan especies de orquídeas con fines medicinales para curar tumores y heridas, disentería y para tratar la tos, así como para la elaboración de coronas y ramilletes que adornan los altares en las festividades. De la especie *Vanilla planifolia* se obtiene la vainilla, un saborizante utilizado en diversas preparaciones culinarias[6] y como esencia en la elaboración de perfumes.

Por desgracia, de acuerdo con la NOM-059-2010[7] existen más de 100 especies de orquídeas cuya supervivencia se encuentra en distintos niveles de riesgo. El saqueo de ejemplares, la sobreexplotación, la contaminación y destrucción de hábitat, la eliminación de insectos polinizadores y el comercio ilegal han llevado a una reducción en las poblaciones naturales.[8, 9] A lo anterior habría que agregar los problemas de lento crecimiento y la baja tasa de germinación de algunas especies,[10] por lo que es necesaria la simbiosis con hongos micorrízicos.[11]

Actualmente la biotecnología vegetal aporta herramientas valiosas para la conservación de estas especies mediante la utilización del cultivo de tejidos vegetales o cultivo *in vitro*, en virtud de la gran cantidad de plantas que se obtienen como resultado del cultivo y al reducido material vegetal que se requiere,[12] además de que se realiza en condiciones libres de patógenos y en un espacio mínimo.



Cápsula con semillas de la orquídea *Catasetum integerrimum*.

Foto: © Eduardo Axel Recillas Bautista





¿Cuál es el proceso de un cultivo *in vitro*?

Fase 0. Selección del material vegetal

El primer paso consiste en la selección de una planta donante de material vegetal (semillas, hojas, tallos, polen), a partir del cual se desarrollan individuos con iguales características y en grandes cantidades. La planta seleccionada debe encontrarse libre de enfermedades y haber recibido un adecuado programa de fertilización y nutrición. En el caso de las orquídeas el material vegetal más comúnmente utilizado son las semillas.

Fase 1. Establecimiento del cultivo

Es primordial evitar la proliferación de microorganismos que puedan afectar el desarrollo de las especies vegetales. Los microorganismos presentes en la superficie del material vegetal y las fallas en el procedimiento de cultivo en el laboratorio son las principales fuentes de contaminación. Para evitarla es necesario que los operadores realicen un lavado de manos y antebrazos con alcohol, además de utilizar máscaras y gorros protectores de nariz, boca y cabello.

Son frecuentes las bacterias de los géneros *Bacillus*, *Enterobacter* y *Agrobacterium* y de hongos filamentosos como *Aspergillus, Neurospora* y *Fusarium*, que proliferan rápidamente, dañan los tejidos de las especies vegetales y consumen los nutrientes del medio de cultivo.

Para evitar la contaminación, las semillas de las orquídeas se desinfectan con compuestos químicos como alcohol y etanol. Después del tratamiento químico, son lavadas con agua destilada para retirar los restos del producto. Los medios de cultivo y los instrumentos son sometidos a una presión y temperatura elevadas, lo que ocasiona la muerte de los microorganismos en un equipo llamado autoclave.

Siembra de plántulas en medio de cultivo y posterior crecimiento y desarrollo de éstas en fase de incubación. Trasplante de las orquídeas obtenidas *in vitro* a suelo o sustrato inerte.

Foto: © Eduardo Axel Recillas Bautista

Después de la desinfección, las semillas se colocan en un medio de cultivo compuesto por agua destilada y minerales que constituyen el grupo más importante de sustancias nutritivas. Estos compuestos son esenciales para el crecimiento y desarrollo, incluyendo los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Fe, Co, Zn, B, Al, Mn, Mo y Cu). Como fuente de carbono comúnmente se utiliza la sacarosa.

También se adicionan reguladores de crecimiento, especialmente auxinas y citocininas, que desempeñan un papel muy importante. Las auxinas son responsables de la elongación celular y expansión de los tejidos, mientras que las citocininas estimulan la división celular y retardan el envejecimiento. En algunas especies vegetales no es necesario adicionar reguladores de crecimiento.

Se agregan vitaminas como el inositol, vitamina B1, riboflavina y biotina. Por último, se coloca el agar, un polisacárido derivado de un alga marina que se utiliza ampliamente como soporte sólido en dichos medios de cultivo. Algunos componentes pueden ser reemplazados por mezclas de sustancias, como extractos vegetales y de levaduras. La acidez en los medios de cultivo oscila entre los intervalos de 5-7.5.

Existen diversos medios de cultivo que varían de acuerdo con la concentración de los componentes; por ello, la elección del medio de cultivo dependerá de la especie vegetal a propagar debido a que algunas especies son sensibles a las altas concentraciones de estos componentes, mientras que otras las toleran. Generalmente para la propagación de orquídeas se utiliza el medio de cultivo denominado MS.[13, 14, 15]

La colocación de las semillas en el medio de cultivo se realiza en una campana de flujo laminar, una cabina que tiene como función mantener el área de





trabajo libre de partículas contaminantes que puedan acceder al cultivo vegetal. Debido a que el aire que se toma del exterior pasa a través de un filtro de poro muy fino se garantiza un ambiente libre de contaminación sobre la mesa donde se trabaja;[16] es muy importante que se realice el mantenimiento de ésta.

Fase 2. Multiplicación

Después de la colocación del material vegetal en el medio de cultivo, viene el proceso de incubación donde las condiciones de temperatura, luz, humedad y fotoperiodo (alternancia de luz y oscuridad que utilizan las plantas para desarrollar sus funciones biológicas) se encuentran controladas, y con ello la obtención de una gran cantidad de plántulas.

En general para el proceso de incubación las semillas de las orquídeas se colocan bajo lámparas fluorescentes que brindan 2000 lux de iluminación con un fotoperiodo de dieciséis horas luz y una temperatura entre 25 y 30°C.[14]

El porcentaje de germinación de las semillas varía de acuerdo con la especie. La especie *Laelia albida* reporta un porcentaje de germinación de 70-90%,[17] mientras que especies del género *Oncidium* una germinación de 100%.[18] Las semillas contenidas en una cápsula de orquídea pueden ser numerosas (2-3 millones),[10] lo que permite la obtención de una gran cantidad de plántulas. La adición de reguladores de crecimiento como auxinas y citocininas frecuentemente estimulan el desarrollo de estas últimas.[18, 19]

Fase 3. Enraizamiento

Las plántulas obtenidas en la fase de multiplicación son trasferidas a un medio de cultivo libre de reguladores de crecimiento "que tiene como función estimular el desarrollo de raíces" o que sólo contenga auxinas. Algunos autores recomiendan para el enraizamiento de las orquídeas agregar agua de coco y transferir las plántulas a un medio de cultivo renovado.[20] El desarrollo de raíces vigorosas y en cantidad adecuada permitirá continuar con la última fase del cultivo de tejidos vegetales.

Fase 4. Aclimatación

Las plántulas obtenidas son trasplantadas a charolas utilizando suelo o algún sustrato inerte; posteriormente son colocadas en un invernadero donde sufrirán cambios que les permitirán adaptarse a las nuevas condiciones ambientales. Debido a que las plantas se han desarrollado en un sistema controlado, el periodo de adaptación al nuevo hábitat puede resultar complicado.

Al momento del trasplante, las raíces de las orquídeas deben lavarse cuidadosamente con agua destilada para retirar el agar del medio de cultivo y una vez limpias se les debe aplicar una dosis mínima de fungicida y enraizador. Cuando son trasplantadas a charolas, el sustrato a utilizar dependerá de la especie, pero generalmente se emplea corteza de pino, musgo, tezontle y coco picado. Es importante seleccionar sustratos que presenten una buena aireación y porosidad que permitirá que el agua de riego drene sin problemas.

Posterior al traspaso, las orquídeas deben cubrirse con un domo para evitar la exposición de las plantas a temperaturas extremas y la desecación. El domo se remueve parcialmente durante las dos semanas siguientes hasta que se retira. El riego debe realizarse por aspersión en intervalos de 2 a 3 días y debe controlarse para evitar una humedad elevada y la aparición de hongos.



De la especie *Vanilla planifolia* se obtiene la vainilla, un saborizante natural.
Foto: © www.orchidseed.com

Es importante realizar una fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, así como un óptimo control fitosanitario para impedir la aparición de infecciones bacterianas y fúngicas. De esta forma, las orquídeas crecerán hasta obtener la talla adecuada para ser transferidas al campo. Los cambios deben ser graduales con el propósito de minimizar el estrés y conseguir una mayor tasa de supervivencia de estas especies vegetales.

El cultivo de tejidos vegetales o cultivo *in vitro* es una herramienta invaluable para contrarrestar la pérdida de la biodiversidad de especies de orquídeas amenazadas y /o con poblaciones extremadamente reducidas,[21] debido a que permite la obtención de una gran cantidad de plantas, además de contribuir a la germinación de semillas que en condiciones naturales es difícil.

Bibliografía

[1] Chase, M.W., J.V. Freudenstein, K.M. Cameron y R.L. Barret. 2003. "DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification", en K. W. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Cribb (eds.). Orchid conservation. Kota Kinabalu, Natural History Publications, pp. 69-89.

[2] Taylor, D.L., T.D. Bruns, T.M. Szaro y S.A. Hodges. 2003. "Divergence in mycorrhizal specialization within *Hexalectris spicata* (Orchidaceae), a nonphotosynthetic desert orchid", *American Journal of Botany* 90 (8):1168-1179.

[3] Villaseñor. J.l. 2003. "Diversidad y distribución de las Magnoliphyta de México", *Interciencia* 28: 160-167; Soto, M.A., E. Hágsater, R. Jiménez, G.A. Salazar, R. Solano, R. Flores e I. Contreras. 2007. *Las orquídeas de México: catálogo digital*. México, Instituto Chinoin.

[4] Soto-Arenas, M. y G. Salazar. 2004. "Orquídeas", en A. J. García Mendoza, M. de J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, pp. 271-295.

[5] Singh., F. 1981. "Differential staining of orchid seeds for viability testing", *American Orchid Society Bulletin* 50: 416-418.

[6] Hágsater, E., M.A. Soto Arenas, G.A. Salazar, R. Jiménez, M.A. López y R.L. Dressler. 2005. *Las orquídeas de México*. México, Instituto Chinoin.

[7] Hossain, M.M. 2009. "Traditional therapeutic uses of some indigenous orchids of Bangladesh", *Medicinal Aromatic Plant Science Biotechnology* 3: 100-106.

[8] SEMARNAT. 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo", *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010.

[9] Yam, T.W., J. Chua, F. Tay y P. Ang. 2010. "Conservation of the native orchids through seedling culture and reintroduction – a Singapore experience", *Botanical Review* 76: 263-274.

[10] Luan, V.Q., N.Q. Thien, D.V. Khiem y D.T. Nhut. 2006. "*In vitro* germination capacity and plant recovery of some native and rare orchids", *Proceedings of International Workshop on Biotechnology in Agriculture*. Ciudad Ho Chi Minh, Nong Lam University, 20-21 de octubre, pp. 175-177.

[11] Hadley, G. 1997. "Orchid mycorrhiza", en J. Arditti y A. M. Pridgeon (eds). *Orchid Biology: Reviews and perspective (2)*, Ithaca, Cornell University Press.

[12] Quiala, E., G. Montalvo y J. Matos. 2004. "Empleo de la biotecnología vegetal para la propagación de cactáceas amenazadas", *Biología Vegetal* 4: 195-199.

[13] Escobar, G.F., G.P. Solano, I. Vázquez y L. Colinas. 2008. "Propagación in vitro de *Oncidium straminium* Lind., una orquídea amenazada y endémica de México", *Revista Chapingo Serie Horticultura* 3: 347-353.

[14] Díaz., I. y R. Salgado. 2006. "Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación", *Biológicas* 8: 138-149.

[15] Jiménez., V. y E. Guevara. 1996. "Propagación *in vitro* de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) mediante el cultivo de secciones de ejes florales después de la senescencia de las flores", *Agronomia Costarricense* 1: 75-79.

[16] Pierik. R.L. 1989. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. México, Mundi-Prensa Libros.

[17] Arditti J. 1992. *Fundamentals of orchid biology*. Nueva York, John Wiley and Sons.

[18] Kalimuthu, K., R. Sentilkumar y S. Viyahakumar. 2007. "*In vitro* micropropagation of orchid, Oncidium sp. (Dancings dolls)", *African Journal of Biotecnology* 10: 1171-1174.

[19] Alfaro, S., P. Tejada, R. Sánchez, C. Parimango, A. Santa, A. Vega y J. Chico. 2009. "Desarrollo *in vitro* de plántulas de *Epidendrum* (Orchidaceae) utilizando carbón activado y 6-Bencil amino purina (BAP)", *Rebiol* 29: 1-5.

[20] Arias, H.L., S.R. Santibañes, L. Dendooven, T.T. Ayora y M.F.A. Gutiérrez. 2003. "Efecto de agua de coco y homogenizados de jitomate y plátano sobre el crecimiento de la orquídea *Guaranthe skinneri* cultivada *in vitro*", *El Cromosoma* 3: 76-79.

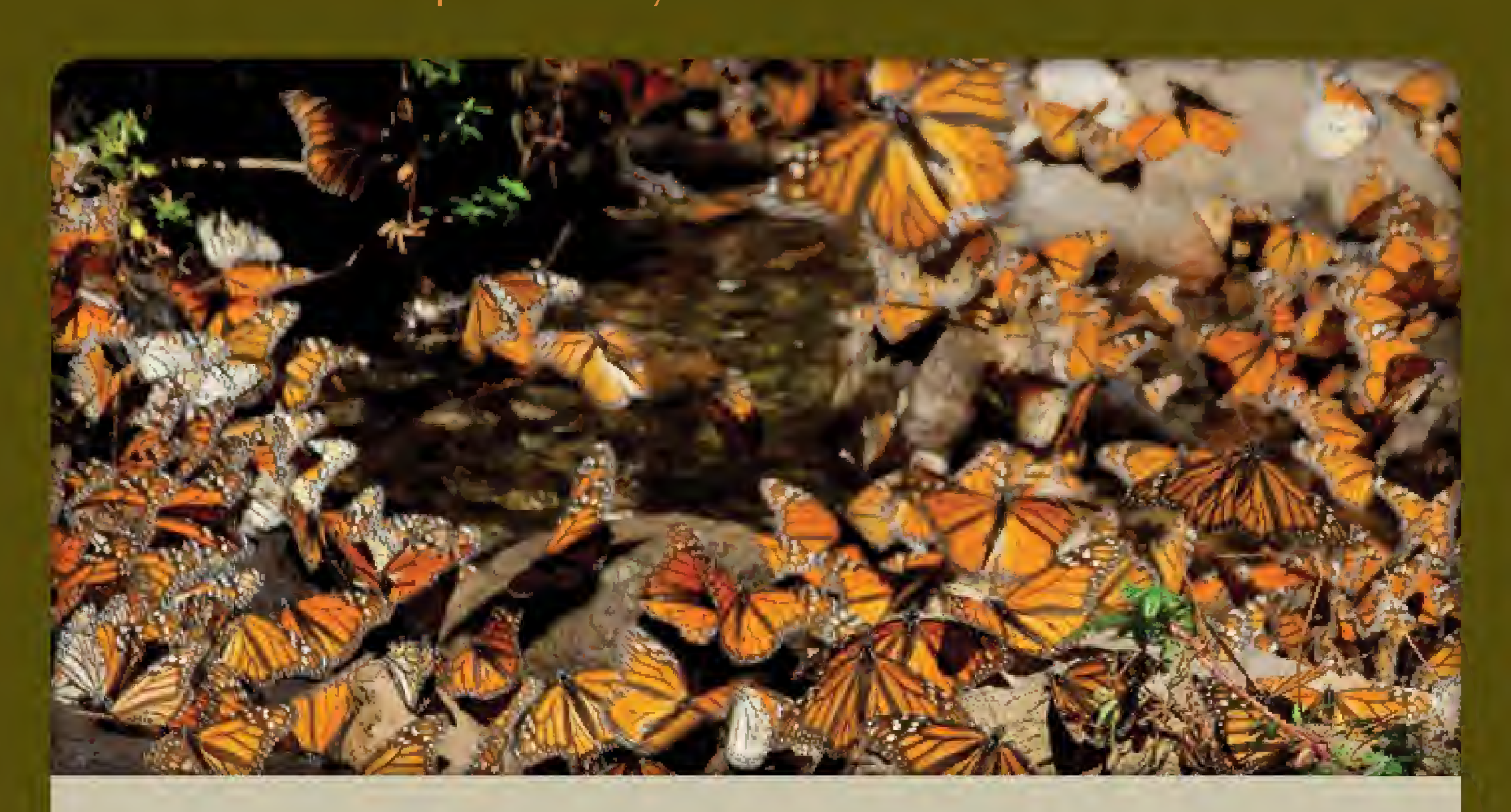
[21] Iriondo, A. 2001. "Conservación de Germoplasma de especies raras y amenazadas", *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales* 18: 1-21

* Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense.
nis06@hotmail.com

NUEVA PÁGINA WEB



http://www.soymonarca.mx/index.html



A tan solo 40 años de uno de los descubrimientos más fabulosos de la historia: los sitios de hibernación de la mariposa Monarca, **las poblaciones de esta especie han disminuido drásticamente.**

Visita la página y explora:

La Monarca

La gran travesía

Los santuarios

Historial

Acciones

Organizaciones

Descubre más...



Todos podemos participar en la recuperación de la salud del ambiente.



El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de abril de 2014 y a su autor.



¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net



Nombre: Giovany Arturo González Desales

Trayectoria profesional: Biólogo originario del Estado de México. Su trabajo fotográfico ha sido expuesto en diferentes estados de la República mexicana, y en especial el Estado de México donde ha colaborado en exposiciones colectivas e individuales. También ha publicado sus fotografías en libros, tesis y revistas científicas.

Giovany considera que la fotografía de naturaleza es una herramienta importante en el proceso de crear conciencia en la gente para cuidar las especies y su hábitat, pero la fotografía de naturaleza también será en el futuro la evidencia de la pérdida de todo aquello que el ser humano no está sabiendo valorar en la actualidad.

Contacto: gonzalez-desales@hotmail.com

La Indicación Geográfica Tequila Lecciones de la primera denominación de origen mexicana

Las denominaciones de origen, consideradas a la vez como una figura particular de derecho colectivo de propiedad y como un instrumento para el desarrollo local, constituyen una oportunidad para el rescate y la valorización de alimentos y bebidas tradicionales.

Esta obra, que trata sobre la primera denominación de origen en México –la del tequila–, se apoya en dos enfoques primordiales: el económico y el de impacto ambiental de la agricultura industrial del agave. Comprende tres capítulos que abordan la trayectoria de la industria del tequila y su integración al campo económico global de las bebidas alcohólicas; en ella se examina la transformación del sistema ejidal de manejo agrícola en la zona de origen del tequila; se hace referencia, asimismo, a uno de los casos más notables de erosión genética ocurrida en una denominación de origen: la exclusividad en el uso de una variedad *Agave tequilana W. var. Azul* y su influencia en la Denominación de Origen Mezcal. Por último se analizan los impactos ambientales presentes, pero también futuros, que pueden generarse con la producción de agave-tequila, así como el planteamiento de distintas propuestas para hacer de la producción de agave una agricultura sustentable.









FE DE ERRATAS
Por un error involuntario se omitió en Biodiversitas 116 el nombre del primer autor del artículo de "El poleo: recurso forestal no maderable de los bosques templados de Oaxaca": Tomás Ortega Ortega.

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de Twitter y Facebook





Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE:	Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO:	Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN:	Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN:	Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN:	Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos